

Магнитоиндуцированные циркуляционные течения в феррожидкостях

Мусихин А. Ю.¹, Зубарев А. Ю.¹

¹Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

Электронная почта ответственного автора: Antoniusmagna@yandex.ru

Главная проблема лечения инсульта связана с тем, что тромболитические препараты очень медленно диффундируют в тромбированных сосудах. Американская компания Pulse Therapeutics нашла решение данной проблемы, при котором магнитные микро - или нано - размерные частицы приводились во вращательное движение с помощью переменного магнитного поля, способными генерировать циркуляционные течения в тромбированных сосудах [1]. Эти течения в значительной мере усиливают конвективный транспорт лекарства к тромбам в сосудах. До сих пор отсутствует физическое понимание происхождения колебательных потоков, которые создаются движущимися и вращающимися магнитными частицами. В этой работе предлагается теоретическая модель, учитывающая движение феррочастиц и индуцированные потоки жидкости внутри канала при воздействии переменных неоднородных магнитных полей. Полученные амплитуды скорости жидкости сравниваются с величинами, необходимыми для эффективной доставки лекарственного препарата к тромбам в реальных ситуациях.

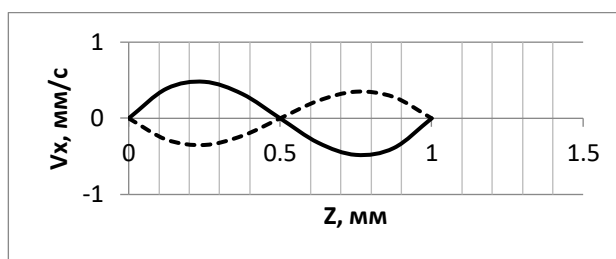


Рисунок 3 – Продольная составляющая скорости v_x по отношению к координате z при фиксированном $x=10$ мм. Пунктирная линия: время $t=0.5$ с; сплошная: $t=1$ с. Угловая частота поля $\omega \sim 10$ с⁻¹; объемная концентрация частиц в центре капли $\Phi_0 = 0.01$; толщина зазора $l=1$ мм

Полученные результаты показывают, что вращающееся магнитное поле с амплитудой около 17 кА/м и частотой около 10 с⁻¹ в канале шириной 1 мм может индуцировать циркуляционный поток с амплитудой скорости около 0.5 мм/с (Рис. 1), что может представлять интерес с точки зрения адресной доставки лекарств в сосудах.

Работы выполнены при финансовой поддержке РФФИ, проекты 18-08-00178, 19-31-90003, 19-52-45001, 20-02-00022.

- [1] Creighton, Francis M. 2012. "Magnetic-based systems for treating occluded vessels." U.S. Patent No. 8,308,628. 13 Nov.